



(51) МПК

G01N 21/62 (2006.01)

G21H 3/02 (2006.01)

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: 2005107860/28, 21.03.2005

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
21.03.2005

(45) Опубликовано: 27.05.2006 Бюл. № 15

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: МИХАЛЬЧЕНКО Г.А.
Радиolumинесцентные излучатели. М.:
Энергоатомиздат, 1988, с.24. SU 1668377 A1,
07.08.1991. EP 0476845 A2, 25.03.1992. US
5708957 A, 13.01.1998.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, К-2 УГТУ-УПИ, центр
интеллектуальной собственности, Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Ивановских Константин Васильевич (RU),
Шульгин Борис Владимирович (RU),
Пустоваров Владимир Алексеевич (RU),
Петров Владимир Леонидович (RU),
Черепанов Александр Николаевич (RU),
Райков Павел Вячеславович (RU),
Ищенко Алексей Владимирович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

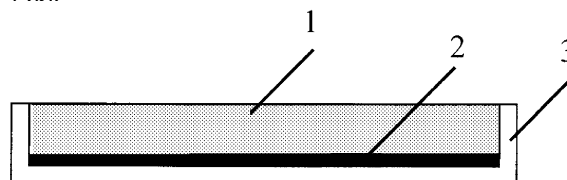
ГОУ ВПО Уральский государственный
технический университет-УПИ (RU)

(54) РАДИОЛУМИНЕСЦЕНТНЫЙ ИЗЛУЧАТЕЛЬ ВУФ-ДИАПАЗОНА

(57) Реферат:

Изобретение относится к измерительной технике. Радиolumинесцентный излучатель включает в себя размещенные в едином корпусе выходное окно в виде полированного диска, кристаллофосфор и возбуждающее радиolumинесценцию бета-радиоактивное вещество. Излучатель содержит в качестве кристаллофосфора и выходного окна кристалл на основе $\text{SrF}_2:\text{Er}^{3+}$, имеющий состав (мас.%): SrF_2 99,01-99,9, ErF_3 0,1-0,99. Технический

результат - повышение световыхода, обеспечение излучения на суперкороткой длине волны излучения (146, 5 нм), снижение веса излучателя.
1 ил.





FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(51) Int. Cl.

G01N 21/62 (2006.01)**G21H 3/02** (2006.01)**(12) ABSTRACT OF INVENTION**(21), (22) Application: **2005107860/28, 21.03.2005**(24) Effective date for property rights: **21.03.2005**(45) Date of publication: **27.05.2006 Bull. 15**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, K-2 UGTU-UPI, tsentr
intellektual'noj sobstvennosti, T.V. Marks**

(72) Inventor(s):

**Ivanovskikh Konstantin Vasil'evich (RU),
Shul'gin Boris Vladimirovich (RU),
Pustovarov Vladimir Alekseevich (RU),
Petrov Vladimir Leonidovich (RU),
Cherepanov Aleksandr Nikolaevich (RU),
Rajkov Pavel Vjacheslavovich (RU),
Ishchenko Aleksej Vladimirovich (RU)**

(73) Proprietor(s):

**GOU VPO Ural'skij gosudarstvennyj
tekhnicheskij universitet-UPI (RU)**

(54) RADIOLUMINESCENT UV-RANGE IRRADIATOR

(57) Abstract:

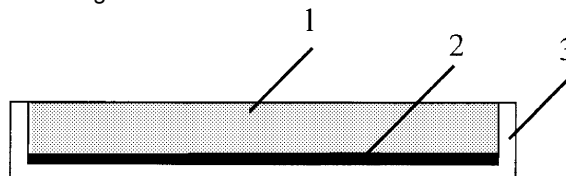
FIELD: measurement technology.

SUBSTANCE: radio luminescent irradiator has exit window made in form of polished disc disposed in the same case with crystal phosphor and β -radioactive matter which excites radio luminescence. As crystal phosphor and exit window, the radiator has crystal on base of $\text{SrF}_2:\text{Er}^{3+}$, which has the following content (in mass percent): SrF_2 - 99,01-99,9% and ErF_3 . Radiator is capable

of radiating at super-short wavelength of 146,5 nm.

EFFECT: improved light output; reduced weight of radiator; ability of radiate at super-short radiation wavelength.

1 dwg



Изобретение относится к области источников света, а именно к области радиолюминесцентных излучателей (РЛИ) света многолетнего срока действия, особо к РЛИ вакуумного ультрафиолетового диапазона (РЛИ ВУФ диапазона), и может быть использовано в качестве средств контроля и калибровки общей и спектральной чувствительности фотодетекторов, определения их временной стабильности и зависимости от изменившихся климатических условий, а также использовано в качестве эталонов при абсолютизации потоков оптических излучений по мощности и удельному количеству квантов при калибровке фотодетекторов, особо в космических аппаратах и спутниках Земли для фотометрии в области ВУФ-диапазона.

Известные радиолюминесцентные излучатели состоят из кристаллофосфора (люминофора), радиоактивного вещества и корпуса с выходным для света окном. В зависимости от требований практики они обладают разнообразными параметрами: определенным уровнем мощности и видом спектрального распределения (требуемая область спектра радиолюминесценции (от 130 до 1100 нм и более)), допустимой нестабильностью, определенной (низкой) степенью их биологической опасности.

Радиоактивное вещество (РВ) используют для возбуждения радиолюминесценции кристаллофосфора. В качестве радиоактивных веществ используются различные изотопы, например тритий ^3H , стронций ^{90}Sr , углерод ^{14}C , сера ^{35}S , кобальт ^{60}Co , прометий ^{147}Pm , талий ^{204}Tl , радиоактивный газ криптон ^{85}Kr или ^{226}Ra . Предпочтение отдают бета-излучающему РВ с возможно малой энергией частиц (т.е. изотопам ^3H , ^{14}C , ^{35}S), а среди кристаллофосфоров предпочтение отдают таким, эффективный номер которых $Z_{\text{эф}}$ невелик, что необходимо для снижения альбеда бета-частиц и усиления эффекта возбуждения радиолюминесценции (Михальченко Г.А. Радиолюминесцентные излучатели. М.: Энергоатомиздат, 1988, 152 с.).

Известны радиолюминесцентные излучатели, включающие радиоизотопы ^3H или ^{14}C с кристаллофосфорами CaWO_4 и/или ZnS (Hanle W., Kügler J. // Optica acta. 1956, №3. P.131-138; Патент США №2749241 от 05.06.1956). Однако известные РЛИ с кристаллофосфорами CaWO_4 или ZnS являются радиолюминесцентными источниками света только видимого диапазона. Они непригодны для использования в качестве РЛИ вакуумного ультрафиолетового (ВУФ) диапазона спектра.

Известны радиолюминесцентные излучатели света, использующие в качестве РВ альфа- или бета-частицы, а в качестве кристаллофосфора силикаты цинка (Broser J., Kallman H. // Z. Naturforsch (a). 1950, Bd. 5, №7. S.381-384). Однако известные РЛИ с кристаллофосфором на основе силикатов цинка являются радиолюминесцентными излучателями света только видимого диапазона спектра. Они не пригодны для использования в качестве РЛИ ВУФ-диапазона спектра.

Известны РЛИ в виде комбинации газообразного РВ (молекулярного трития) и порошкового кристаллофосфора на основе сульфида цинка или сульфида кадмия или вольфрамата кальция (патент Англии №646414, опубл. 1950, НКИ 39 (1) 8; Белов К. // Атомная техника за рубежом. 1959. №12. С.32; Jenkins H.G. // Light and lighting. 1958. V.51. N12. P.391-402; Wilson E.J., Hughes J.D.H. Engineering. 1959. V.17. P.89). Однако известные РЛИ, в которых возбуждение кристаллофосфоров осуществляют с помощью газообразного молекулярного трития и в которых в качестве кристаллофосфоров применяют порошкообразные ZnS , CdS или CaWO_4 , являются радиолюминесцентными источниками света видимого диапазона. Они не пригодны для использования в качестве РЛИ ВУФ-диапазона спектра.

Известен способ нанесения люминофорного покрытия на внутренние поверхности тритиевого радиолюминесцентного источника света (патент РФ №2030012). Однако тип люминофора, его состав и спектр излучения в известном патенте не оговорены. Сведения об РЛИ ВУФ-диапазона спектра в известном патенте РФ №2030012 отсутствуют.

Известен газоструйный источник вакуумного ультрафиолетового излучения (Яременко В.И., Шамраев В.Т., Карамушко В.И. Авт. свид. СССР №433450, G 01 J 3/10. 1971. Бюл. №44, 1991). В качестве рабочего тела в этом устройстве используется смесь газов с

неконденсированными добавками. Недостатками этого источника света ВУФ-диапазона является сложность и громоздкость конструкции и безвозвратные потери рабочего тела в процессе работы.

Известен состав SrF_2 : 1% Er^{3+} (Ивановских К.В., Пустоваров В.А. / Время-разрешенная ВУФ-спектроскопия чистых и активированных редкоземельными элементами кристаллов фторида стронция // Проблемы спектроскопии и спектрометрии. Екатеринбург. УГТУ-УПИ, 2004, вып.16. С.150-179; Ivanovskikh K.V., Pustovarov V.A., Kirm M., Shulgin B.V. Low-temperature time-resolved VUV-spectroscopy of Er^{3+} in SrF_2 single crystals. HASYLAB Annual Report, Germany, Hamburg, 2004, pp.507-508.). Известный состав SrF_2 :

1% Er^{3+} обладает ВУФ-люминесценцией с полосами 164,5 нм и 146,5 нм с длительностью микросекундного и субнаносекундного диапазона соответственно. Полоса люминесценции 164,5 нм SrF_2 :1% Er^{3+} известна как лазерная полоса (Makhov V.N., Khaidukov N.M., Kirm M., Negodin E., Zimmerer G., Lam S.K., Lo D., Suetin N.V. Surface Review and Letters, 2002, vol.9, №1 pp.621-626.). Однако применение соединения SrF_2 :1% Er^{3+} в составе радиолюминесцентных излучателей неизвестно. Известны также составы на основе ErF_3 и BaYF_8 : Er^{3+} , LiYF_4 : Er^{3+} , TmF_3 , BaYF_8 : Tm^{3+} , LiYF_4 : Tm^{3+} , YPO_4 : Nd^{3+} и др. с максимумами полос люминесценции (157-185 нм) в ВУФ диапазоне спектра и пригодные для применения в качестве активных сред для твердотельных лазеров. Однако их применение в качестве РЛИ неизвестно.

Наиболее близким к заявляемому является РЛИ - радиолюминесцентный излучатель света ВУФ-диапазона на основе фторида иттрия, активированного редкоземельными элементами $\text{TR}^{3+}=\text{Nd}^{3+}$, Tm^{3+} , Er^{3+} (Михальченко Г.А. Радиолюминесцентные излучатели. М.: Энергоатомиздат. 1988. 152 с.). Так, известный РЛИ с кристаллофосфором состава YF_3 :1% Nd^{3+} является источником света в РЛИ ВУФ-диапазона 170-185 нм (наиболее интенсивная полоса в спектре свечения такого РЛИ имеет длину волны 176,5 нм). Для него абсолютный энергетический выход радиолюминесценции при альфа- и бета-возбуждении равен $4\pm 1\%$. Известный РЛИ с кристаллофосфором состава YF_3 : Tm^{3+} является ВУФ-излучателем с длиной волны около 170 нм и с абсолютным энергетическим выходом радиолюминесценции, равным $1,3\pm 0,3\%$. РЛИ с кристаллофосфором состава YF_3 : Er^{3+} является ВУФ-излучателем с длиной волны ~ 167 нм и световыходом $\sim 0,5\%$. Однако известные РЛИ на основе YF_3 : TR^{3+} имеют достаточно большую длину волны ВУФ-люминесценции 167-185 нм. На основе кристаллофосфоров YF_3 : TR^{3+} ($\text{TR}^{3+}=\text{Nd}^{3+}$, Tm^{3+} , Er^{3+}) не известны РЛИ ВУФ-диапазона с длиной волны меньше 160 нм. Кроме того, известный РЛИ на основе YF_3 : TR^{3+} имеет выходное окно в виде диска полированного стекла УТ-49 (Михальченко Г.А., см. предыдущую ссылку, стр.24), которое вызывает значительное поглощение ВУФ излучения в диапазоне 150-180 нм (до 40-60%). Это снижает указанный выше световыход РЛИ в полтора-два раза.

Технический результат - повышение световыхода РЛИ, обеспечение излучения на супер короткой длине волны излучения (146,5 нм), снижение веса излучателя.

Суть изобретения заключается в том, что радиолюминесцентный излучатель ВУФ диапазона включает в себя размещенные в едином корпусе выходное окно в виде полированного диска, кристаллофосфор и возбуждающее радиолюминесценцию бета-радиоактивное вещество, при этом в качестве кристаллофосфора и выходного окна в нем используют кристалл на основе SrF_2 : Er^{3+} , имеющий состав (мас.%): SrF_2 99,01-99,9, ErF_3 0,1-0,99.

Основное преимущество предлагаемого РЛИ заключается в супер короткой длине волны излучения (146,5 нм). Других РЛИ с длиной волны ВУФ-излучения короче 150 нм пока никем не предложено.

Конструкция предлагаемого РЛИ ВУФ-диапазона приведена на чертеже, она включает в себя кристаллофосфор SrF_2 : Er^{3+} и слой радиоактивного вещества, помещенных в единый корпус в виде чашки. Традиционное выходное окно из кварцевого стекла или другого

материала, прозрачного в ВУФ-области излучения РЛИ в предлагаемом РЛИ отсутствует. Это упрощает и удешевляет конструкцию РЛИ. Роль выходного окна играет сам кристалл (кристаллофосфор) $\text{SrF}_2:\text{Er}^{3+}$. Его используют в виде полированного диска, герметично впаянного в корпус РЛИ для обеспечения требований радиационной безопасности.

5 Отсутствие традиционного выходного дополнительного окна в предлагаемом РЛИ значительно снижает вес РЛИ, что весьма важно при использовании излучателя в космической технике.

Предлагаемый радиoluminesцентный излучатель ВУФ-диапазона имеет длину волны люминесценции короче 150 нм. Это достигается применением в РЛИ кристаллофосфора на
10 основе $\text{SrF}_2:\text{Er}^{3+}$, с содержанием компонентов Er^{3+} от 0,1 до 0,99 мас.%. Радиoluminesцентный излучатель света, использующий в качестве рабочего вещества кристаллофосфор $\text{SrF}_2:\text{Er}^{3+}$, имеет невысокий эффективный атомный номер ($Z_{\text{эфф}}=33,5$) и, соответственно, невысокое альbedo, поэтому эффективно возбуждается бета-частицами, а также фотонным излучением мягкого рентгеновского диапазона. Длина волны излучения
15 предлагаемого радиoluminesцентного излучателя равна 146,5 нм, она короче, чем длина волны излучения у всех известных РЛИ с твердотельными рабочими веществами, в качестве которых используют кристаллофосфоры или люминофоры. Абсолютный энергетический выход радиoluminesценции предлагаемого РЛИ с кристаллофосфором $\text{SrF}_2:\text{Er}^{3+}$ невысок, он составляет 0,05-0,1%, однако чувствительности современных
20 детекторов вполне достаточно, чтобы зарегистрировать ВУФ-излучение с таким световыходом.

Пример 1.

Радиoluminesцентный излучатель ВУФ-диапазона содержит кристаллофосфор и радиоактивное вещество (^{14}C или ^{35}S) имеет состав (мас.%): SrF_2 99,01, ErF_3 0,99.
25 Кристаллофосфор $\text{SrF}_2:\text{Er}^{3+}$ используют в виде полированного кристалла, который одновременно играет роль и излучателя и выходного окна РЛИ. Длина волны излучения РЛИ составляет 146,5 нм, что существенно меньше, чем у известных РЛИ с кристаллофосфорами $\text{YF}_3:\text{TR}^{3+}$. Световыход РЛИ не ниже 0,05-0,1%. Дополнительным преимуществом предлагаемого РЛИ является то, что традиционное выходное окно из
30 кварцевого стекла отсутствует, что упрощает конструкцию, снижает вес и снижает в полтора-два раза потери ВУФ-излучения на выходе из РЛИ.

Пример 2.

Радиoluminesцентный излучатель ВУФ-диапазона содержит кристаллофосфор и радиоактивное вещество (^{14}C или ^{35}S) имеет состав (мас.%): SrF_2 99,9, ErF_3 0,1.
35 Кристаллофосфор $\text{SrF}_2:\text{Er}^{3+}$ используют в виде полированного кристалла, который одновременно играет роль и излучателя и выходного окна РЛИ. Длина волны излучения РЛИ составляет 146,5 нм, что существенно меньше, чем у известных РЛИ с кристаллофосфорами $\text{YF}_3:\text{TR}^{3+}$. Световыход РЛИ не ниже 0,05%. Дополнительным преимуществом предлагаемого РЛИ является то, что традиционное выходное окно из
40 кварцевого стекла отсутствует, что упрощает конструкцию, снижает вес и снижает в полтора-два раза потери ВУФ-излучения на выходе из РЛИ.

Пример 3.

Радиoluminesцентный излучатель ВУФ-диапазона содержит кристаллофосфор и радиоактивное вещество (^{14}C или ^{35}S) имеет состав (мас.%): SrF_2 99,15, ErF_3 0,85.
45 Кристаллофосфор $\text{SrF}_2:\text{Er}^{3+}$ используют в виде полированного кристалла, который одновременно играет роль и излучателя и выходного окна РЛИ. Длина волны излучения РЛИ составляет 146,5 нм, что существенно меньше, чем у известных РЛИ с кристаллофосфорами $\text{YF}_3:\text{TR}^{3+}$. Световыход РЛИ не ниже 0,03-0,05%. Дополнительным преимуществом предлагаемого РЛИ является то, что традиционное выходное окно из
50 кварцевого стекла отсутствует, что упрощает конструкцию, снижает вес и снижает в полтора-два раза потери ВУФ-излучения на выходе из РЛИ.

При содержании ErF_3 в кристаллофосфоре РЛИ < 0,01 мас.% световыход уменьшается в

1,5 и более раз и РЛИ становится неэффективным. Введение в РЛИ ErF_3 в количестве превышающем 0,99 мас.% не вызывает существенного увеличения световыхода, однако ведет к удорожанию радиолюминесцентного излучателя.

5 Формула изобретения

Радиoluminesцентный излучатель ВУФ-диапазона, включающий в себя размещенные в едином корпусе выходное окно в виде полированного диска, кристаллофосфор и возбуждающее радиoluminesценцию бета-радиоактивное вещество, отличающийся тем, что в качестве кристаллофосфора и выходного окна в нем используют кристалл на основе

¹⁰ SrF₂:Er³⁺, имеющий состав, мас. %: SrF₂ 99,01-99,9%, ErF₃ 0,1 0,99%.

15

20

25

30

35

40

45

50